

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-133408

(43)Date of publication of application : 21.05.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/30

G02F 1/1337

G02F 1/136

G09F 9/35

(21)Application number : 09-292856

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 24.10.1997

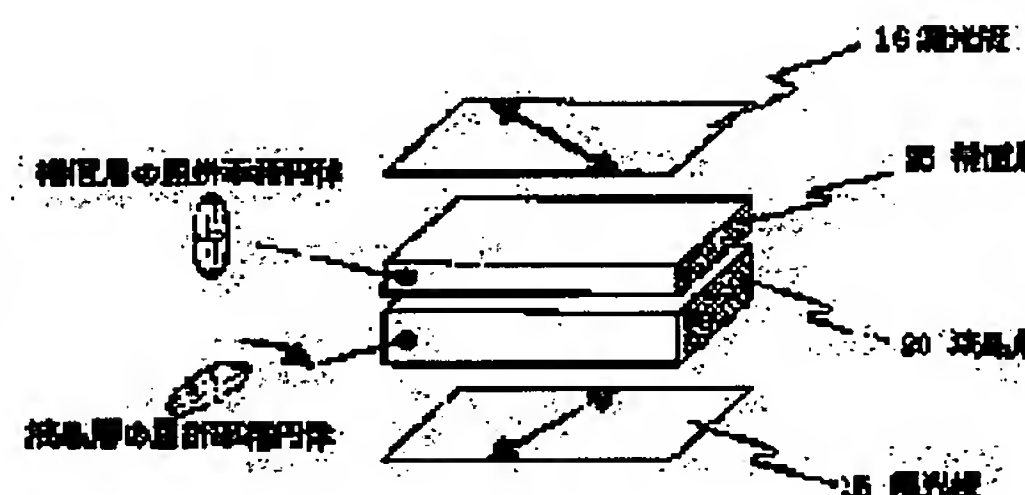
(72)Inventor : SUZUKI TERUAKI
SUZUKI SHIGEYOSHI
NISHIDA SHINICHI

(54) HORIZONTAL ELECTRIC FIELD TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal(LC) display device capable of reducing coloring due to a change in a visual angle direction and having excellent picture quality by sure and simple structure.

SOLUTION: The horizontal electric field type liquid crystal display device consists of a liquid crystal layer 20 capable of changing alignment azimuth by an electric field parallel with the surface of a substrate and formed between a pair of polarization plates 15, 16 and a compensation layer 25 having positive uniaxial optical anisotropy and an optical axis vertical to the surface of the substrate. The layer 25 compensates a change in the double refraction quantity of the layer 20 due to a visual angle change. Thereby the LC display device capable of reducing coloring due to a visual angle direction and having excellent picture quality can be provided.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-133408

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 2 F 1/1335
G 0 2 B 5/30
G 0 2 F 1/1337
1/136
G 0 9 F 9/35

識別記号
5 1 0
5 0 0
3 0 5

F I

G 0 2 F 1/1335 5 1 0
G 0 2 B 5/30
G 0 2 F 1/1337
1/136 5 0 0
G 0 9 F 9/35 3 0 5

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-292856

(22) 出願日 平成9年(1997)10月24日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 鈴木 照晃

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72) 発明者 鈴木 成嘉

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72) 発明者 西田 真一

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

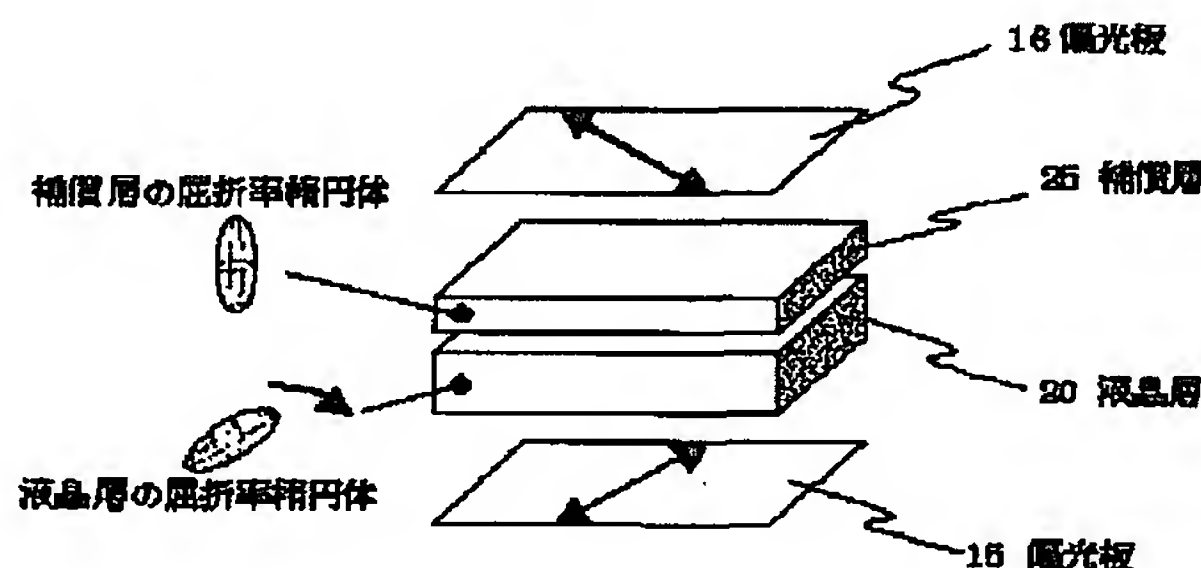
(74) 代理人 弁理士 天野 広

(54) 【発明の名称】 横電界方式の液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】従来の横電界方式の液晶表示装置では、観察方向によっては、表示に青みがかって見えたり、赤みがかって見えたりするという問題がある。

【解決手段】 本横電界方式液晶表示装置は、一対の偏光板15、16の間に、基板面に平行な電界により配向方位が変化する液晶層20と、正の一軸性の光学異方性を有し、基板面に垂直な方向に光軸を有している補償層25とからなる。補償層25は、その複屈折量の変化によって、視角変化による液晶層20の複屈折量の変化を補償する。このため、視角方向の変化による色付きの少ない、画質の優れた液晶表示装置が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向して配置されている一対の偏光板と、
該一対の偏光板の間に配置され、基板面に平行な電界により配向方位が変化する液晶層と、
前記一対の偏光板の間に配置された第 1 の補償層であって、正の一軸性の光学異方性を有しており、基板面に垂直な方向に光軸を有している第 1 の補償層とからなり、
該第 1 の補償層はその複屈折量の変化によって、視角変化による前記液晶層の複屈折量の変化を補償するものである横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 2】 対向して配置されている一対の偏光板と、
該一対の偏光板の間に配置され、基板面に平行な電界により配向方位が変化する液晶層と、
前記一対の偏光板の間に配置され、正の一軸性の光学異方性を有し、かつ、基板面に垂直な方向に光軸を有している第 1 の補償層であって、その複屈折量の変化によって、視角変化による前記液晶層の複屈折量の変化を補償する第 1 の補償層と、
前記一対の偏光板の間に配置され、正の一軸性の光学異方性を有している第 2 の補償層であって、基板面に平行な方向に、かつ、前期液晶層の初期配向方向に直交する方向に光軸を有している第 2 の補償層と、
からなる横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記第 2 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} ($=n_{ZF2} - n_{XF2}, n_{YF2}$) と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ が、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と前記液晶層の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ の約 4 分の 1 程度であることを特徴とする請求項 2 に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記第 1 の補償層と前期第 2 の補償層とは隣接して配置されていることを特徴とする請求項 2 又 *

$$\Delta n \cdot d : \Delta n_{F1} \cdot d_{F1} : \Delta n_{F2} \cdot d_{F2} \approx 1 : 0.5 : 0.25 \quad (1)$$

の関係を満たすように設定されていることを特徴とする請求項 2 乃至 10 の何れか一項に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 12】 前記第 2 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ が前記 (1) 式を満足する値よりも小さな値に設定されていることを特徴とする請求項 11 に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 13】 前記第 2 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ が前記 (1) 式を満足する値よりも大きな値に設定されていることを特徴とする請求項 11 に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 14】 対向して配置されている一対の偏光板と、
該一対の偏光板の間に配置され、基板面に平行な電界により配向方位が変化する液晶層と、
2 軸性の複屈折媒体からなり、基板面に垂直な方向の主

* は 3 に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記第 2 の補償層は前記一対の偏光板の間において複数の層に分割されて配置されていることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記第 1 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F1} ($=n_{ZF1} - n_{XF1}, n_{YF1}$) と層厚 d_{F1} との積 $\Delta n_{F1} \cdot d_{F1}$ が、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と前記液晶層の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ の約半分程度であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記第 1 の補償層は前期液晶層の両側に分割して設けられていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記第 1 の補償層及び前記第 2 の補償層のうち少なくとも何れか一方は 1 枚のフィルムからなるものであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 及び 6 の何れか一項に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 9】 前記第 1 の補償層及び前記第 2 の補償層のうち少なくとも何れか一方は複数の膜を積層したフィルムからなるものであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 及び 6 の何れか一項に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記第 1 の補償層及び前記第 2 の補償層のうち少なくとも何れか一方は前記一対の偏光板の何れか一方と一体的に形成されているものであることを特徴とする請求項 1 乃至 4 及び 6 の何れか一項に記載の横電界方式の液晶表示装置。

【請求項 11】 前記液晶層の屈折率異方性 Δn と前記液晶層の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ と、前記第 1 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F1} と層厚 d_{F1} との積 $\Delta n_{F1} \cdot d_{F1}$ と、前記第 2 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ とが、

屈折率が基板面に平行な方向の主屈折率よりも大きい補償層と、
からなる横電界方式の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は液晶表示装置に関し、特に横電界駆動 (In-Plane Switching: IPS) 方式のアクティブマトリックス型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に液晶表示装置 (Liquid Crystal Display: LCD) は薄型軽量・低消費電力といった特徴を有する。特に、縦横のマトリックス状に配列した個々の画素を能動素子によって駆動するアクティブマトリックス型液晶表示装置 (AM-LCD) は高画質のフラットパネルディスプレイとして期待が高い。アクティブマ

トリックス型液晶表示装置の中でも、個々の画素をスイッチングする能動素子として薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor: TFT) を用いた薄膜トランジスタ型液晶表示装置 (TFT-LCD) が急速に普及しつつある。

【0003】従来のAM-LCDは、ツイステッドネマチック (Twisted Nematic: TN) 型の電気光学効果を利用しており、2枚の基板間に挟持された液晶に対して、基板面に概ね垂直な電界を印加して、液晶を動作させている。一方、基板面に概ね水平な電界により液晶を動作させる横電界方式の液晶表示装置として、相互に咬合する櫛歯電極を用いた構造が米国特許第3807831号明細書に開示されている。

【0004】また、特公昭63-21907号公報には、TN型の電気光学効果を利用したAM-LCDにおける共通電極とドレインバスラインとの間の寄生容量、あるいは、共通電極とゲートバスラインとの間の寄生容量の低減を目的として、上記と同様の相互に咬合する櫛歯電極を用いた構造が開示されている。図19は、上述した従来の横電界方式の液晶表示装置の構成及び動作を説明する図である。この図に示されるように従来の液晶表示装置は、一对のガラス基板11、12と、これらのガラス基板11、12の間に挟持された液晶層20と、一方のガラス基板11上に形成された相互に咬合する櫛歯電極70と、ガラス基板11、12の外側に位置された偏光板 (図示せず) とからなっている。相互の櫛歯電極70の間に電圧を印加することにより、2枚の基板11、12の基板面に平行で、かつ、櫛歯電極70の櫛の歯が延在する方向に対して垂直な方向に液晶駆動電界E1が生じ、この液晶駆動電界E1によって液晶分子21の配向方位が変化する。すなわち、櫛歯電極70の間に印加される電圧の大きさによって、光の透過率を制御することができるようになっている。

【0005】図19に示したような横電界方式の液晶表示装置においては、安定した均一な表示を行うために電圧印加時の液晶分子21の回転方向を一方向に定める必要がある。そのため通常は液晶分子21の初期配向方位が液晶駆動電界E1の方向に垂直な方向から若干ずれた方向になるように配向処理が施されている。すなわち、櫛歯電極70の櫛の歯からなる平行電極対の延在する方向に対して垂直な方位を基準とした液晶の初期配向方位 ϕ_{LC0} が $\phi_{LC0} < 90^\circ$ となるように、配向処理が行われている (以下、本明細書においては、電界の方位及び液晶の配向方位については、櫛歯電極70の櫛の歯からなる平行電極対の延在する方向に対して垂直な方位を基準とし $[\phi = 0^\circ]$ 、反時計回りを正として記述する)。

【0006】また、後に述べるように、図19に示したような横電界方式の液晶表示装置において、十分な表示コントラストを実現するためには、液晶分子21を初期

配向方位に対して45度回転させてやる必要がある。このため、結局、 $45^\circ \leq \phi_{LC0} < 90^\circ$ となるように液晶分子21の配向処理を実施することが望ましい。図19に示した液晶表示装置においては、液晶の初期配向方位は平行電極対の延在する方向に対して時計回り (上側の基板12側から見て) に若干ずれているため、電圧印加時には、図中矢印Aで示したように、時計回りに液晶分子が回転する。

【0007】図19に示した液晶表示装置において、偏光板 (図示せず) が、その偏光透過軸 (偏光方向) が相互に直交するように、配置されている場合には、光の透過率Tは次式 (1) の様に表される。

$$T = (\sin 2A \times \sin 2B) / 2 \quad (1)$$

$$A = 2(\phi_P - \phi_{LC})$$

$$B = \pi \Delta n d / \lambda$$

ここに、 ϕ_{LC} は電圧印加時の液晶分子21の配向方位であり、 ϕ_P は入射側の偏光板12の透過軸の方位であり、 Δn は液晶の屈折率異方性、 d はセル厚 (液晶層20の厚み)、 λ は光の波長である。出射側の偏光板11の透過軸の方位 ϕ_A は、 $\phi_A = \phi_P + 90^\circ$ あるいは $\phi_A = \phi_P - 90^\circ$ である。この (1) 式の関係に基づいて、基板面に平行な液晶駆動電界E1により液晶の配向方位 (ϕ_{LC}) を変化させ、もって光の透過率を制御することができる。

【0008】ここで、片方の偏光板の透過軸の方向と液晶の初期配向方位とが一致するように配置した場合 ($\phi_{LC0} = \phi_P$ あるいは $\phi_{LC0} = \phi_A$) には、電圧無印加時に暗状態を示し、液晶駆動電界E1により液晶の配向方位が実質的に45度変化した時に最も透過率が高くなり、明状態を示す。あるいは、偏光板の配置を変えることにより、電圧印加時に暗状態を表示するように構成することもできる。

【0009】以上の説明では、説明を簡単にするために、上下基板間の液晶層中の液晶分子が一様に回転するものと仮定して議論した。しかしながら、実際には、上および下基板の界面に存在する液晶分子は比較的強固に固定されており、その方位はほとんど変わらない。上記のような複屈折の効果を利用した表示モードでは、上述の式 (1) より、 $\Delta n \cdot d = \lambda / 2$ の関係を満たす波長を有する光が最も効率よく透過することがわかる。このため、良好な白色表示あるいはカラーフィルターを用いての多色表示を実現するためには、透過スペクトルの中心波長が550nm程度になるように、すなわち、 $\Delta n \cdot d = 550 / 2 = 275 \text{ nm}$ となるように液晶層の屈折率異方性およびセル厚を調整すればよい。しかしながら、実際には、上記のような理由から、この値が若干大きめ ($\Delta n \cdot d = 280 \text{ nm} \sim 330 \text{ nm}$ 程度) になるように設計することが好ましい。

【0010】特表平5-505247号公報 (国際公開番号WO91/10936) に、上記のような横電界方

式の液晶表示装置によるTN型の液晶表示装置の欠点である視角特性の改善の効果が記述されている。最近では、特にこの優れた視角特性が注目され、横電界方式のアクティブマトリックス型液晶表示装置が大型モニター等へ応用されている。

【0011】図20は横電界方式の液晶表示装置において、観察方向の違いによって電圧と透過率との関係がどのように変化するかを示す電圧-透過率特性図である。観察方向は $\phi o b s$ 及び $\theta o b s$ により定義する。ここに、 $\phi o b s$ は電極の延在する方向に垂直な方向を基準とした方位角であり、 $\theta o b s$ は基板に垂直な方向からの傾き角である。この測定に用いた液晶セルのサンプルは $\phi L C 0 = 85$ 度、 $\phi P = 85$ 度、 $\phi A = -5$ 度となるように構成されている。電極構造は、相互に咬合する櫛歯状であり、櫛の歯の部分の幅が $5 \mu m$ であり、隣り合う櫛の歯の間隔は $15 \mu m$ である。また、用いた液晶材の屈折率異方性 Δn は 0.067 であり、セル厚は $d = 4.9 \mu m$ である。図20に示すように、横電界方式の液晶表示装置においては、視角の変化による電圧-透過率特性の変化は小さく、優れた視角特性を有することがわかる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような横電界方式の液晶表示装置においては、観察方向によっては、表示に青みがかって見えたり、赤みがかって見えたりするという問題がある。図21は観察方向の違いによる明状態表示時の透過スペクトルの変化を示す図である。この測定に用いた液晶セルのサンプルは図20に示した測定に用いたものと同一である。この液晶セルにおいては、液晶分子の配向方位は電圧無印加時における初期配向方位 $\phi L C 0 = 85$ 度から、明状態表示時（電圧印加時）における配向方位 $\phi L C$ まで、概ね 45 度変化しているため、 $\phi L C = 85 - 45 = 40$ 度となっている。このような明状態表示時のセルについては、図21に示すように、 $\phi o b s = 40$ 度の方位では透過スペクトルのピークが短波長側にずれ、表示に青みがかかることがわかる。

【0013】一方、 $\phi o b s = -50$ 度の方位では透過スペクトルのピークが長波長側にずれ、表示に赤みがかかることがわかる。なお、それぞれの方位に対し 180 度逆の方位でも同様の傾向が見られた。図22は、観察方向の極角を 50 度に固定し、観察方向の方位角を 0 度から 360 度まで変化させた場合の透過スペクトルから求めた色度の変化の軌跡を示す図である。図22(A)は中間調表示状態における色度変化を示し、図22(B)は明状態表示時における色度変化を示している。

【0014】上述のように、横電界方式の液晶表示装置は、表示コントラスト、階調反転の有無などの点に関しては、従来の縦電界方式(TN方式)の液晶表示装置と比較して、格段に良好な視角特性を有すると言える。し

かし、それでもなお、視角方向による色づきの問題が未解決のまま残っている。上記の液晶セルにおいては、液晶分子は電圧無印加時には初期配向方位 $\phi L C 0 = 85$ 度の方位に配向している。電極に電圧を印加して、明状態を表示した場合には、液晶分子の配向方位 $\phi L C$ は初期配向方位 $\phi L C 0$ から概ね 45 度変化しているため、 $\phi L C = 85 - 45 = 40$ 度となっている。図20において青く見える方位は、この方位に相当し、赤く見える方位はこれに垂直な方位に相当する。すでに述べたように、上記の液晶セルにおける透過光スペクトルは液晶層の複屈折量($\Delta n \cdot d$)に依存する。視角による色味の変化は、液晶層の見かけの複屈折量の視角依存性によるものである。この点について以下に詳しく説明する。

【0015】上記のセルに光が斜めに入射した場合の実効的な屈折率異方性 ΔN は、光の進行方向と液晶分子の長軸方向とのなす角を θ_2 とし、結晶の光軸と呼ばれる方向(=液晶分子の長軸方向)と垂直な方向に振動(偏光)する光である常光線に対する屈折率を n_o とし、前記の光軸に平行に振動(偏光)する光である異常光線に対する屈折率を n_e とすると、次式(2)で与えられる。

$$\Delta N = n_e \cdot n_o / C^{1/2} - n_o$$

$$C = n_e^2 \cos^2 \theta_2 + n_o^2 \sin^2 \theta_2$$

垂直入射の場合は $\theta_2 = 90$ 度であるため、屈折率異方性 ΔN は、 $\Delta N = \Delta n = n_e - n_o$ で与えられるのに対し、上記の青く見える方向では、液晶分子の長軸方向に視角を傾けるので、 $\theta_2 < 90$ 度となり、 ΔN が小さくなる。一方、赤く見える方向では、液晶分子の短軸方向に視角を傾けるので、 $\theta_2 = 90$ 度のままであり、 $\Delta N = \Delta n$ である。なお、図23は屈折率異方性の視角による変化を説明する図である。

【0017】一方、斜め入射の場合の実質的な液晶層の厚み D は、 $D = d / \cos \theta o b s$ で与えられるため、視角を傾ける方向に依存することなく、液晶層の実質的な厚み D は大きくなる。上記の、屈折率異方性 Δn 及び液晶層の厚み d の両方の変化により、複屈折量($\Delta n \cdot d$)が変化し、これによって視角による色味の変化が生じる。

【0018】以上をまとめると次のようになる。青く見える方向は明状態表示時の液晶分子の長軸方向と同一であり、この場合には、屈折率異方性 Δn は減少し、液晶層の厚み d は増加が、屈折率異方性 Δn の減少の効果の方が大きいため、結局、複屈折量($\Delta n \cdot d$)は減少する。これに対して、赤く見える方向は明状態表示時の液晶分子の短軸方向と同一であり、この場合には、屈折率異方性 Δn は変化せず、液晶層の厚み d は増加し、結局、複屈折量($\Delta n \cdot d$)は増加する。

【0019】図24は、上記の視角の変化による見かけの複屈折量($\Delta n \cdot d$)の変化を実際に計算して得られた結果を示す図である。図24の縦軸は $\Delta n \cdot d \times 2$ の

値であり、前述の式(1)より、透過光スペクトルの中心波長に相当する。計算に用いた液晶層の屈折率異方性 Δn と層厚 d は、正面からの観察時において、 $\Delta n \cdot d \times 2 = 550 \text{ nm}$ となるように設定した。ここでは、上下基板間の液晶が一様に回転すると仮定して計算した。

【0020】この図から、液晶分子の長軸方向に視角を傾けると、見かけの複屈折量が小さくなり、透過光スペクトルの中心波長が短波長側にずれて、表示に青みがかって見え、逆に、液晶分子の短軸方向に視角を傾けると、見かけの複屈折量が大きくなり、透過光スペクトルの中心波長が長波長側にずれて、表示に赤みがかって見える様子がわかる。

【0021】特開平 9 - 8 0 4 2 4 号公報は、上記のような横電界方式の液晶表示装置における色つきの問題を軽減する手段として、液晶層の複屈折量の増減を補償する複屈折媒体を用いる技術を開示している。図 2 5 は同公報に記載された液晶表示装置の構成を示す斜視図である。一对の偏光板 1 5, 1 6 の間に、第 1 の補償層 2 5, 第 2 の補償層 2 6 及び液晶層 2 0 が挟み込まれている。特開平 9 - 8 0 4 2 4 号公報によれば、2 つの複屈折媒体 2 5, 2 6 を用い、正面では互いの位相差を消去するように光軸を交差させ、それぞれの複屈折媒体 2 5, 2 6 の傾斜時の複屈折量の増減が異なるようにすることにより、液晶層 2 0 の傾斜時の複屈折量の増減を補償することができる。

【0022】しかしながら、本発明者らの計算(光学シミュレーション)によると、特開平 9 - 8 0 4 2 4 号公報に開示された構成では、その視角特性は決して良好なものではないことが確認された。例えば、図 2 6 及び図 2 7 は、それぞれ特開平 9 - 8 0 4 2 4 号公報において実施例 3 として示された液晶表示装置における電圧透過率特性と色度変化の軌跡を示す図である。

【0023】第 1 の補償層 2 5 は $n_s = 1.5850$ 、 $n_f = 1.5800$ 、 $n_z = 1.580$ 、第 2 の補償層 2 6 は $n_s = 1.5845$ 、 $n_f = 1.5820$ 、 $n_z = 1.5810$ の複屈折媒体である。ここに n_s 、 n_f は基板面に平行な 2 つの光学主軸に対応する屈折率であり、 n_z は基板に垂直な方向(補償層 2 5, 2 6 の厚み方向)の光学主軸に対応する屈折率である。第 1 の補償層 2 5 の厚みは $100 \mu\text{m}$ 、第 2 の補償層 2 6 の厚みは $200 \mu\text{m}$ である。第 1 の補償層 2 5 は、屈折率 n_s に対応する光学主軸が明状態表示時の液晶の光学軸に一致するように、配置し、第 2 の補償層 2 6 は屈折率 n_s に対応する光学主軸が、これに直交するように、配置した。

【0024】図 2 6 及び図 2 7 から明らかなように、特開平 9 - 8 0 4 2 4 号公報において実施例 3 として示された液晶表示装置では、視角を変化させた場合の表示の色つきは軽減されるどころか、一層悪化し、さらに、電圧透過率特性をみると、階調の反転が見られることがわ

かった。すなわち、視角変化に対する色度変化が大きな軌跡を描いており、電圧透過率特性においては、正面では、電圧の上昇に対し透過率が上昇するのに対し、第 1 あるいは第 2 の補償層 2 5, 2 6 の光学主軸の方位では、この逆になっている。特開平 9 - 8 0 4 2 4 号公報に示された他の実施例の構成においてもほぼ同様の結果が確認された。

【0025】また、特開平 6 - 1 1 7 1 4 号公報は、単純マトリクス方式やアクティブ方式の液晶表示装置において、見る角度によって、表示が反転して見えたり、表示が全く見えなくなったり、表示が色付いたりする問題を解決する液晶表示装置を提案している。この液晶表示装置は、一对の偏光板間に配置され、一对の基板間で液晶が電圧無印加時にねじれた配向をしている駆動用液晶セル及び光軸が連続的にねじれた配列をした光学異方素子を備えており、光が最終的に抜ける側の偏光板の吸収軸又は透過軸に対して、光学異方素子の光入射側の光軸角度を所定の角度ずらして配置するものである。

【0026】しかしながら、本発明者の実験によれば、この液晶表示装置によっても、視角方向の相違に起因する色付きの問題は完全には解決されていない。また、特開平 2 - 2 8 5 3 0 3 号公報、特開平 4 - 1 6 9 1 6 号公報、特開平 4 - 3 2 8 1 8 号公報、特開平 5 - 2 7 2 3 5 号公報及び特開平 5 - 2 9 7 2 2 3 号公報には、STN 方式の液晶表示装置において、厚さ方向の屈折率が、面内の少なくとも一方向の屈折率より大きいことを特徴とする光学補償層を用いて、視角特性の改善を図る技術が記述されている。しかしながら、その視角特性改善の効果は十分ではなく、依然として、視角の変化に起因する表示の反転や色付きの問題は解決されていない。

【0027】また、特開平 6 - 1 1 7 1 4 号公報は、二枚の偏光板間に配置され、二枚の基板間で液晶が電圧無印加時にねじれた配向をしている駆動的液晶セル及び光軸が連続的にねじれた配列をした光学異方素子を備え、光が最終的に抜ける側の偏光板の吸収軸に対して、光学異方素子の光入射側の光軸角度を次式により決まる角度 ϕ 分ずらして配置する液晶表示素子を開示している。

$$\phi = \Delta n^2 \times p \times d \times 180^\circ / 4 \lambda^2$$

Δn : 光学異方素子の光学異方性

p : 光学異方素子の光軸のねじれピッチ長

d : 光学異方素子の厚み

λ : 可視の波長範囲の波長

しかしながら、この液晶表示素子によっても、視角特性改善の効果は十分ではなく、視角の変化に起因する表示の反転や色付きの問題は完全には解決されていない。

【0029】本発明は上記従来技術の問題に鑑みてなされたものであり、横電界方式の液晶表示装置において、視角方向の変化に起因する色づきの少ない、画質の優れた液晶表示装置を確実かつ簡単な構造で提供することを目的とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】以上のように、従来の横電界方式の液晶表示装置においては、特定の方向における表示の色つきの問題を避けることができない。上述の実験ならび考察をふまえた結果、本発明者は横電界方式によるアクティブマトリクス型液晶表示装置における色つきを抑制するために、以下の液晶表示装置を発明するに至った。

【0031】本発明のうち、請求項1は、対向して配置されている一对の偏光板と、該一对の偏光板の間に配置され、基板面に平行な電界により配向方位が変化する液晶層と、前記一对の偏光板の間に配置された第1の補償層であって、正の一軸性の光学異方性を有しており、基板面に垂直な方向に光軸を有している第1の補償層とからなり、該第1の補償層はその複屈折量の変化によって、視角変化による前記液晶層の複屈折量の変化を補償するものである横電界方式の液晶表示装置を提供する。

【0032】請求項1に係る液晶表示装置によれば、正の屈折率異方性を有し、基板面に垂直な方向に光学的異方軸を有する補償層の複屈折量が、垂直入射（正面）では0であるが、光の入射方向の傾きとともに、液晶層の複屈折量の変化を打ち消すように変化するため、視角変化による表示の色づきを抑制することができる。本発明のうち、請求項2は、対向して配置されている一对の偏光板と、該一对の偏光板の間に配置され、基板面に平行な電界により配向方位が変化する液晶層と、前記一对の偏光板の間に配置され、正の一軸性の光学異方性を有し、かつ、基板面に垂直な方向に光軸を有している第1の補償層であって、その複屈折量の変化によって、視角変化による前記液晶層の複屈折量の変化を補償する第1の補償層と、前記一对の偏光板の間に配置され、正の一軸性の光学異方性を有している第2の補償層であって、基板面に平行な方向に、かつ、前期液晶層の初期配向方向に直交する方向に光軸を有している第2の補償層と、からなる横電界方式の液晶表示装置を提供する。

【0033】この請求項2に係る液晶表示装置によれば、視角変化による表示の色づきを抑制することができる。さらに、黒表示時においても、斜め視野において光の抜けが生じることがなく、コントラストの低下、階調の反転といった問題が起こることがない。本発明のうち、請求項3は、請求項2に記載の横電界方式の液晶表示装置において、前記第2の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} （ $=n_{ZF2} - n_{XF2}$, n_{YF2} ）と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ が、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と前記液晶層の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ の約4分の1程度であることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0034】この請求項3に係る液晶表示装置によれば、第2の補償層による効果、すなわち、視覚変化による表示の色つきの抑制及び黒表示時における斜め視野での光の抜けの防止という効果を一層良好に発揮させるこ

とができる。請求項4は、請求項2又は3に係る液晶表示装置において、前記第1の補償層と前期第2の補償層とは隣接して配置されていることを特徴とする液晶表示装置を提供する。ただし、第1の補償層と第2の補償層とが隣接して配置されていることは必ずしも必要ではなく、相互に離れて配置されていてもよい。例えば、第1の補償層と第2の補償層は液晶層の両側にそれぞれ配置されていてもよい。

【0035】請求項5は、請求項2又は3に記載の横電界方式の液晶表示装置において、前記第2の補償層が前記一对の偏光板の間において複数の層に分割されて配置されていることを特徴とする液晶表示装置を提供する。第2の補償層は必ずしも一つの層のみから構成する必要はなく、分割された複数の層から構成することも可能である。

【0036】請求項6は、請求項1乃至5の何れかに記載の横電界方式の液晶表示装置において、前記第1の補償層の屈折率異方性 Δn_{F1} （ $=n_{ZF1} - n_{XF1}$, n_{YF1} ）と層厚 d_{F1} との積 $\Delta n_{F1} \cdot d_{F1}$ が、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と前記液晶層の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ の約半分程度であることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0037】請求項6に係る液晶表示装置によれば、液晶層の複屈折量の増加（又は減少）と、補償層の複屈折量の減少（又は増加）が一致し、効率的に光学補償の効果を得ることができる。本発明のうち、請求項7は、請求項1乃至6の何れかに記載の横電界方式の液晶表示装置において、前記第1の補償層は前期液晶層の両側に分割して設けられていることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0038】請求項8及び9に記載されているように、前記の第1の補償層又は前記第2の補償層は1枚のフィルムから形成してもよく、あるいは、複数の膜を積層したフィルムから形成してもよい。また、請求項10に記載されているように、前記第1の補償層又は前記第2の補償層は前記一对の偏光板の何れか一方と一体的に形成することができる。ただし、第1の補償層又は第2の補償層は必ずしも偏光板と一体に形成する必要はなく、別体のものとして形成してもよい。

【0039】請求項11は、請求項2乃至10の何れかに記載の横電界方式の液晶表示装置において、前記液晶層の屈折率異方性 Δn と前記液晶層の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ と、前記第1の補償層の屈折率異方性 Δn_{F1} と層厚 d_{F1} との積 $\Delta n_{F1} \cdot d_{F1}$ と、前記第2の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ とが、 $\Delta n \cdot d : \Delta n_{F1} \cdot d_{F1} : \Delta n_{F2} \cdot d_{F2} \approx 1 : 0.5 : 0.25$ （1）の関係を満たすように設定されていることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0040】上式（1）を満足するように各層の屈折率異方性及び層厚を設定することにより、斜め視野での色

度変化を良好に抑制することができるとともに、黒表示時の光の抜けを防止することもできる。また、請求項 1 2 に記載されているように、前記第 2 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ を、前記 (1) 式を満足する値よりも小さな値に設定することにより、色度変化の抑制の効果を向上させることができる。

【0041】あるいは、請求項 1 3 に記載されているように、前記第 2 の補償層の屈折率異方性 Δn_{F2} と層厚 d_{F2} との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ を、前記 (1) 式を満足する値よりも大きな値に設定することにより、黒表示時の光の抜けをより一層防止することができる。本発明のうち、請求項 1 4 は、対向して配置されている一对の偏光板と、該一对の偏光板の間に配置され、基板面に平行な電界により配向方位が変化する液晶層と、2 軸性の複屈折媒体からなり、基板面に垂直な方向の主屈折率が基板面に平行な方向の主屈折率よりも大きい補償層と、からなる横電界方式の液晶表示装置を提供する。

【0042】この請求項 1 4 に係る横電界方式の液晶表示装置によれば、補償層が前述の第 1 の補償層と第 2 の補償層の双方の作用を奏し得るので、請求項 2 に記載した液晶表示装置による効果と同様の効果を、より簡略化された構成の液晶表示装置によって、得ることができる。視角傾斜時の補償層の複屈折量の変化により、液晶層の複屈折量の増減を補償するという概念は特開平 9 - 8 0 4 2 4 号公報に示された技術と共通するものであるが、本発明の構成においては、補償層における厚み方向の光学主軸に対応する屈折率が他の光学主軸に対応する屈折率よりも大きく設定されているという特徴により、確実な光学補償効果が得られる。

【0043】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図 1 は本発明の第一の実施形態に係る液晶表示装置を示す斜視図である。本実施形態に係る液晶表示装置は、第 1 及び第 2 の一对の偏光板 1 5、1 6 と、該一对の偏光板 1 5、1 6 の間に挟持された一对の基板（図示せず。図 1 9 に示したガラス基板 1 1、1 2 と同様のもの。）と、該一对の基板 1 1、1 2 の間に挟持された液晶層 2 0 及び補償層 2 5 とからなっている。

【0044】なお、下側の基板 1 1 の表面上には、図 1 9 に示したものと同様の液晶駆動電界を発生させる櫛歯状電極 7 0（図示せず）が形成されている。補償層 2 5 は、例えば、上側の基板と第 2 の偏光板 1 6 との間、又は、下側の基板と第 1 の偏光板 1 5 との間に挿入すればよく、あるいは、第 1 又は第 2 の偏光板 1 5、1 6 と液晶層 2 0 との間に挿入してもよい。また、補償層 2 5 は複数の層に分割させた状態で一对の偏光板 1 5、1 6 の間に配置させることも可能である。例えば、補償層 2 5 を二つの層に分割し、それらを液晶層 2 0 の両側に分割

して設けることもできる。

【0045】図 1 において、液晶層 2 0 は正の複屈折異方性 Δn を有するネマティック液晶からなり、その配向方位は、基板面に平行な電界によって変化する。液晶層 2 0 の誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ は正でも負でもよい。ただし、液晶の初期配向方位は誘電率異方性 $\Delta \epsilon$ の符号に応じて設定する必要がある。補償層 2 5 は、正の一軸性の光学異方性を有しており、その光軸は基板面に対して垂直な方向（z 方向）に延びている。すなわち、 $n_{ZF} > n_{XF} = n_{YF}$ である。

【0046】本実施形態においては、補償層 2 5 の屈折率異方性 Δn_F （ $= n_{ZF} - n_{XF}, n_{YF}$ ）と補償層 2 5 の層厚 d_F との積 $\Delta n_F \cdot d_F$ は、液晶層 2 0 の屈折率異方性 Δn と液晶層 2 0 の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ の約 $1/2$ に設定されている。図 1 に示した液晶表示装置においては、視角変化による液晶層 2 0 の見かけの複屈折量の変化が、補償層 2 5 の複屈折量の変化により補償されるため、視角変化による表示の色付きを効率よく抑制することができる。

【0047】図 2 は本発明の第二の実施形態に係る液晶表示装置を示す斜視図である。本実施形態に係る液晶表示装置は、一对の基板（図示せず。図 1 9 に示したガラス基板 1 1、1 2 と同様のもの。）と、該一对の基板の間に挟持された第 1 及び第 2 の一对の偏光板 1 5、1 6 と、一对の偏光板 1 5、1 6 の間に挟持された液晶層 2 0、第 1 の補償層 2 5 及び第 2 の補償層 2 6 とからなっている。すなわち、第二の実施形態に係る液晶表示装置は、第一の実施形態に係る液晶表示装置に、さらにもう 1 つの補償層として第 2 の補償層 2 6 を加えた構成となっている。

【0048】第一の実施形態に係る液晶表示装置によれば、視角変化による表示の色付きを効率よく抑制することができるが、その反面、黒表示時において、斜め視野において光の抜けが生じ、コントラストの低下、階調の反転が起こることがある。第二の実施形態に係る液晶表示装置によれば、第一の実施形態に係る液晶表示装置により得られる効果を維持しつつ、このような黒表示時の光の抜けを防止することができる。

【0049】第 2 の補償層 2 6 は、正の一軸性の光学異方性を有しており、その光軸は基板面に平行な方向に延びている。さらに、第 2 の補償層 2 6 の光軸は液晶層 2 0 の初期配向方位に直交する方向になるように配置されている。本実施形態においては、第 2 の補償層 2 6 の屈折率異方性 Δn_{F2} と層厚 d_{F2} との積は、液晶層 2 0 の屈折率異方性 Δn と液晶層 2 0 の層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ の約 4 分の 1 の値に設定されている。

【0050】両偏光板 1 5、1 6 の間に配置される液晶層 2 0、第 1 の補償層 2 5 及び第 2 の補償層 2 6 の順序は任意である。本実施形態においては、第 2 の補償層 2 6 は第 1 の補償層 2 5 と液晶層 2 0 との間に挟持されて

いるが、第2の補償層26は、例えば、第1の偏光板16と第1の補償層25との間に挿入してもよい。また、第1の補償層25及び第2の補償層26はそれぞれを適宜複数に分割して設けることもできる。

【0051】また、第1の補償層25及び第2の補償層26に代えて、2軸の複屈折媒体からなる一つの補償層を用いることもできる。この補償層は、第1の補償層25と第2の補償層26の両方の複屈折の作用を一つの層で行うものである。第1の補償層25又は第2の補償層26は、1枚のフィルムから構成してもよく、あるいは、複数の膜を積層したフィルムから構成してもよい。また、これらの補償層25、26は偏光板15、16と一体的に形成してもよく、あるいは、別体のものとして形成してもよい。

【0052】本発明に係る横電界方式の液晶表示装置は、セグメント型、単純マトリックス型又はアクティブマトリックス型の何れの駆動方式に対しても適用することができる。

【0053】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

(実施例1) 図3乃至図10は、図1に示した第1の実施形態に係る液晶表示装置において、液晶分子20の長軸方向と短軸方向とに視角を傾けた場合について、図23と同様に、見かけの複屈折量の値の変化をそれぞれ計算した結果を示したグラフである。図3、図4、図5、図6、図7、図8、図9、図10は、それぞれ補償層25の屈折率異方性 Δn_F と層厚 d_F との積 $\Delta n_F \cdot d_F$ が、67nm、107nm、121nm、134nm、147nm、161nm、174nm、201nmの場合についての計算結果である。液晶層20の屈折率異方性 Δn と層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ は、 $\Delta n \cdot d \times 2 = 550$ nmとなるように設定した。これらの計算においては、液晶層20の液晶が上下基板間で一様に回転すると仮定している。

【0054】図3乃至図10を図23と比較すると、視角変化による見かけの複屈折量の変化が抑制されている様子がよくわかる。また、特に、補償層25の $\Delta n_F \cdot d_F$ の値が液晶層20の $\Delta n \cdot d$ の約1/2程度、すなわち、120nm程度～160nm程度である場合には、複屈折量の変化が小さく、補償層25の効果が顕著であることがわかる。このような作用は、正の屈折率異方性を有し、基板面に垂直な方向に光学的異方軸を有する補償層25の複屈折量が、垂直入射（正面）では0であるが、入射方向の傾きとともに、液晶層20の複屈折量の変化を打ち消すように変化するためである。

(実施例2) 実施例1では、見かけの複屈折量の視角による変化について計算したが、実施例2では、図1に示した横電界方式の液晶表示装置を実際に構成した場合の電気光学特性について、シミュレーションを実行するこ

とにより、評価を行った。このシミュレーションでは、電界が基板面に平行な方向において一様なものであると仮定して、液晶配向方位の層厚方向（z方向）の分布（ダイレクタ・プロファイル）を計算し、このダイレクタ分布を用いて、液晶層20と補償層25を積層した場合の光学特性を計算した。

【0055】図11は、光学特性の計算に用いた液晶層20のダイレクタ・プロファイルを示す。液晶の初期配向方位は、電界の方向（ $\phi = 0$ ）に対して、75度の方向に設定してあり、セル厚（液晶層20の厚さ） d は4.5 μ mである。ダイレクタ・プロファイルは、0V、3V、4V、5V、6V、7V、8V、9V、10Vの各場合について、計算を実施した。

【0056】図11に示した各電圧についてのダイレクタ・プロファイルを用いて、さらに、補償層25を液晶層20上に積層した構造について、光学特性を計算した。液晶層20の屈折率異方性 Δn は0.067であり、屈折率異方性 Δn と層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ は302nmである。また、補償層25の屈折率異方性 Δn_F と層厚 d_F との積 $\Delta n_F \cdot d_F$ は151nmとした。

【0057】図12は、本実施例に係る液晶表示装置において、観察方向の極角を50度に固定して、観察方向の方位角を0度から360度まで変化させた場合の色度の変化の軌跡についてのシミュレーション結果を示す図である。図12(A)は、中間調表示状態についてのシミュレーション結果を示し、図12(B)は明状態表示時についてのシミュレーション結果を示す。また、図13は、本実施例に係る液晶表示装置において、観察方向を変化させた場合の電圧-透過率特性の計算結果である。

【0058】本実施例に係る液晶表示装置におけるシミュレーション結果を示す図12と、従来技術に係る液晶表示装置におけるシミュレーション結果を示す図21とを比較すると、図12の軌跡に示される色度変化は、図21の軌跡に示される色度変化よりも遙かに小さく、本実施例の構成によって、視角の変化による色つきが大幅に抑制されていることがわかる。

(実施例3) 本実施例においては、図2に示した第二の実施形態に係る液晶表示装置について、シミュレーションを実行することにより、評価を行った。計算の手法は実施例2と同様である。

【0059】液晶層20の屈折率異方性 Δn は0.067であり、屈折率異方性 Δn と層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ は302nmである。第1の補償層25の屈折率異方性と層厚との積 $\Delta n_F \cdot d_F$ は151nm、第2の補償層26の屈折率異方性と層厚との積 $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ は67nmとした。図14は、本実施例の構成において、観察方向の極角を50度に固定して、観察方向の方位角を0度から360度まで変化させた場合の色度の変化の軌跡についてのシミュレーション結果を示す図である。図14

(A) は、中間調表示時の色度変化を示し、図14 (B) は明状態表示時の色度変化を示す。また、図15 は、本実施例の構成において、観察方向を変化させた場合の電圧-透過率特性の計算結果を示す図である。

【0060】本実施例に係る液晶表示装置におけるシミュレーション結果を示す図14と、従来技術に係る液晶表示装置におけるシミュレーション結果を示す図21とを比較すると、図14の軌跡に示される色度変化は図21の軌跡に示される色度変化の半分程度におさえられており、本実施例の構成によって、視角の変化による色つきが大幅に抑制されていることがわかる。

【0061】また、図15に示されるように、黒表示時(0~2V程度)には、斜め視野においても光の抜けはなく、第2の補償層26の効果が現れる。この第2の補償層26の効果は、特に、 $\theta_{obs} = 50$ 度、 $\phi_{obs} = 120$ 度の場合について、図13と図15とを比較することによって、明らかに確認することができる。

(実施例4) 本実施例においては、第1の補償層25の $\Delta n_F \cdot d_F$ と第2の補償層26の $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ とを種々変化させたうえで、実施例3と同様の計算を行った。第1の補償層25の $\Delta n_F \cdot d_F$ と第2の補償層26の $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ の双方の値について、16.75nmから301.5nmまで、16.75nm間隔で変化させた。すべての計算結果について、観察方向を変化させた場合の電圧-透過率特性と色度変化の軌跡の双方を比較したところ、液晶層20の屈折率異方性と層厚との積 $\Delta n \cdot d$ と、第1の補償層25の $\Delta n_F \cdot d_F$ と、第2の補償層26の $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ とが概ね次式のような関係を満たす場合に、斜め視野での色度変化が良好に抑制され、なおかつ、黒表示時の光の抜けがないことがわかった。

【0062】 $\Delta n \cdot d : \Delta n_F \cdot d_F : \Delta n_{F2} \cdot d_{F2} \approx 1 : 0.5 : 0.25$

この式を満足する $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ の値よりも $\Delta n_{F2} \cdot d_{F2}$ の値を小さめにすると、色度変化の抑制の効果が向上し、逆に大きめにすると、黒表示時の光の抜けの抑制の効果が向上した。

(実施例5) 本実施例においては、実施例3に係る液晶表示装置における第1の補償層25と第2の補償層26に代えて一つの補償層のみを用いた液晶表示装置についてシミュレーションにより評価を行った。この補償層は2軸性の複屈折媒体からなり、第1の補償層25と第2の補償層26との両方の作用を奏し得るものである。本実施例に係る液晶表示装置の構成は、図1に示した第1の実施形態に係る液晶表示装置の構成と同様である。

【0063】液晶層20の屈折率異方性 Δn は0.067であり、屈折率異方性 Δn と層厚 d との積 $\Delta n \cdot d$ は302nmである。2軸性の複屈折媒体である補償層の主屈折率は $n_{zf} = 1.51207$ 、 $n_{sf} = 1.51140$ 、 $n_{ff} = 1.51073$ であり、層厚は100

μm である。主屈折率 n_s に対応する光軸が液晶層20の初期配向方位に直交するように配置した。

【0064】図16は、本実施例に係る液晶表示装置において、観察方向の極角を50度に固定して、観察方向の方位角を0度から360度まで変化させた場合の色度の変化の軌跡についてのシミュレーション結果を示す図である。図16(A)は中間調表示状態についての色度変化を示し、図16(B)は明状態表示時についての色度変化を示す。また、図17は、本実施例に係る液晶表示装置において、観察方向を変化させた場合の電圧-透過率特性の計算結果を示す図である。

【0065】本実施例に係る液晶表示装置によっても、視角変化による色つきを抑制することができる。また、黒表示時(0-2V)における光の抜けは見られない。

(実施例6) 本実施例においては、本発明に係る横電界方式の液晶表示装置の実際の構成例を説明する。

【0066】本実施例の横電界方式の液晶表示装置は、図19に示した従来の横電界方式の液晶表示装置と同様に、一対のガラス基板11、12と、一対のガラス基板11、12の間に挟持された液晶層20と、一方のガラス基板11上に形成された櫛歯電極70とからなる。櫛歯電極70は、相互に交差して配置されている櫛状の複数の歯を備えている。

【0067】液晶層20の液晶分子21の初期配向方位 ϕ_{LC0} は75度、両基板11、12の外側に設けられた偏光板15、16(図1参照)の透過軸の方位 ϕ_P 、 ϕ_A はそれぞれ75度、-15度である。液晶層20の屈折率異方性 Δn は0.067、屈折率異方性と層厚の積 $\Delta n \cdot d$ は302nmとした。櫛歯電極70の櫛の歯の部分の幅は3 μm 、隣接する櫛の間の間隔は10 μm とした。

【0068】本実施例に係る液晶表示装置は、さらに、補償層25を有する。補償層25は実施例5のシミュレーションに用いたものと同じ特性のものを用いた。すなわち、補償層25は2軸性の複屈折媒体であり、主屈折率は $n_{zf} = 1.51207$ 、 $n_{sf} = 1.51140$ 、 $n_{ff} = 1.51073$ であり、層厚は100 μm である。補償層25は、上側の基板12と、その外側に配置された偏光板16との間において、主屈折率 n_s に対応する光軸の方位が-15度になるように配置した。

【0069】以上のような構成を有する本実施例に係る横電界方式の液晶表示装置においては、黒表示時には斜め視野でも光の抜けが無く、中間調状態および白表示状態では色付きが抑制されていることが実際に確認された。

(実施例7) 本実施例においては、本発明に係る液晶表示装置をアクティブマトリックス型の液晶表示装置に適用した。本実施例に係るアクティブマトリックス型液晶表示装置を図18に示す。

【0070】下側の基板11は、その結晶層に接する側の表面に、薄膜トランジスタ56、ゲートバスライン55、ドレインバスライン56、共通バスライン75が形成されたアクティブマトリックス基板である。各画素に対応する領域には、薄膜トランジスタ56のドレイン電極に接続された画素電極と、共通バスライン75に接続された共通電極とで、相互に咬合する櫛歯電極対が形成されている。

【0071】上側の基板12は、その液晶層に対する側の表面に、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の色層と、遮光用のブラックマトリックスとが形成されたカラーフィルター基板である。偏光板15及び16、液晶層20及び補償層25の仕様は実施例6に係る液晶表示装置の場合と同様である。

【0072】本実施例の構成によっても、広い視角範囲において階調の反転が無く、表示の色付きが抑制された良好な表示を得ることができた。

【0073】

【発明の効果】以上、実施例を用いて説明したように、本発明に係る横電界方式の液晶表示装置においては、視角変化による補償層の複屈折量の変化が液晶層の複屈折率の変化を打ち消す構成となっているため、視角方向の変化による色付きの少ない、画質の優れた液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施形態に係る液晶表示装置の分解斜視図である。

【図2】本発明の第二の実施形態に係る液晶表示装置の分解斜視図である。

【図3】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図4】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図5】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図6】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図7】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図8】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図9】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図10】実施例1に係る液晶表示装置の視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図11】液晶層のダイレクタ・プロファイルの電圧による変化を示す図である。

【図12】実施例2に係る液晶表示装置における、観察方向の変化に伴う色度の変化の軌跡を示す図である。

【図13】実施例2に係る液晶表示装置における、観察

方向の違いによる電圧-透過率特性の変化を示す図である。

【図14】実施例3に係る液晶表示装置における、観察方向の変化に伴う色度の変化の軌跡を示す図である。

【図15】実施例3に係る液晶表示装置における、観察方向の違いによる電圧-透過率特性の変化を説明する図である。

【図16】実施例5による液晶表示装置における、観察方向の変化に伴う色度の変化の軌跡を示す図である。

【図17】実施例5による液晶表示装置における、観察方向の違いによる電圧-透過率特性の変化を説明する図である。

【図18】実施例7に係る液晶表示装置の概略的な斜視図である。

【図19】従来の横電界方式の液晶表示装置の分解斜視図である。

【図20】従来の横電界方式の液晶表示装置における、観察方向の違いによる電圧-透過率特性の変化を説明する図である。

【図21】従来の横電界方式の液晶表示装置における、観察方向の違いによる明状態表示時の透過光スペクトルの変化を説明する図である。

【図22】従来の横電界方式の液晶表示装置における、観察方向の変化に伴う色度の変化の軌跡を示す図である。

【図23】屈折率異方性の視角による変化を説明する図である。

【図24】従来の横電界方式の液晶表示装置における、視角による見かけの複屈折量の変化を説明する図である。

【図25】従来の他の横電界方式の液晶表示装置の分解斜視図である。

【図26】図25に示した従来の横電界方式の液晶表示装置における、観察方向の違いによる電圧-透過率特性の変化を説明する図である。

【図27】図25に示した従来の横電界方式の液晶表示装置における、観察方向の変化に伴う色度の変化の軌跡を示す図である。

【符号の説明】

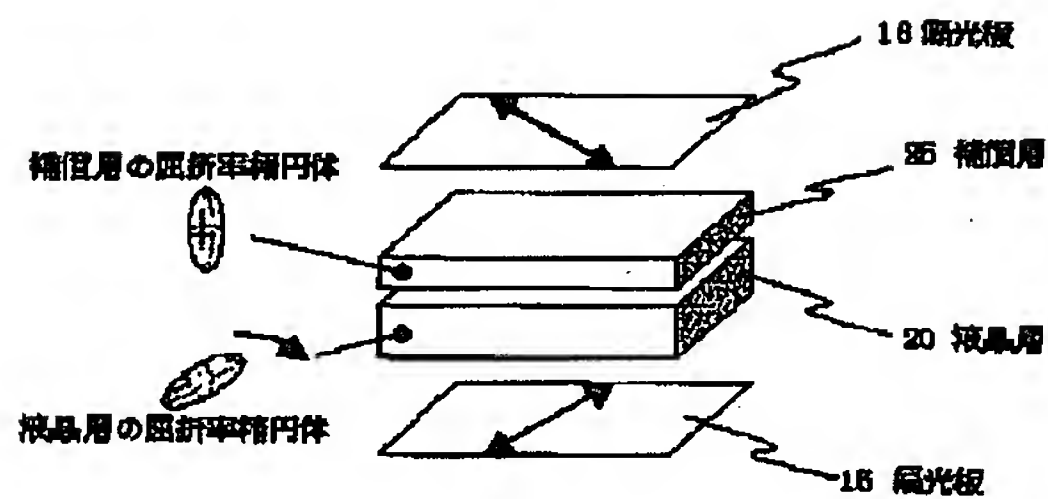
- 11、12 基板
- 15、16 偏光板
- 20 液晶層
- 21 液晶分子
- 25 第1の補償層
- 26 第2の補償層
- 32 アルミニウム膜
- 33 透明誘電体膜
- 34 ソース電極
- 35 ドレイン電極
- 36 櫛歯電極

- 37 半導体層
- 38 ゲート絶縁膜
- 39 ゲート電極
- 40 薄膜トランジスタ
- 41 カラーフィルター層
- 42 共通電極

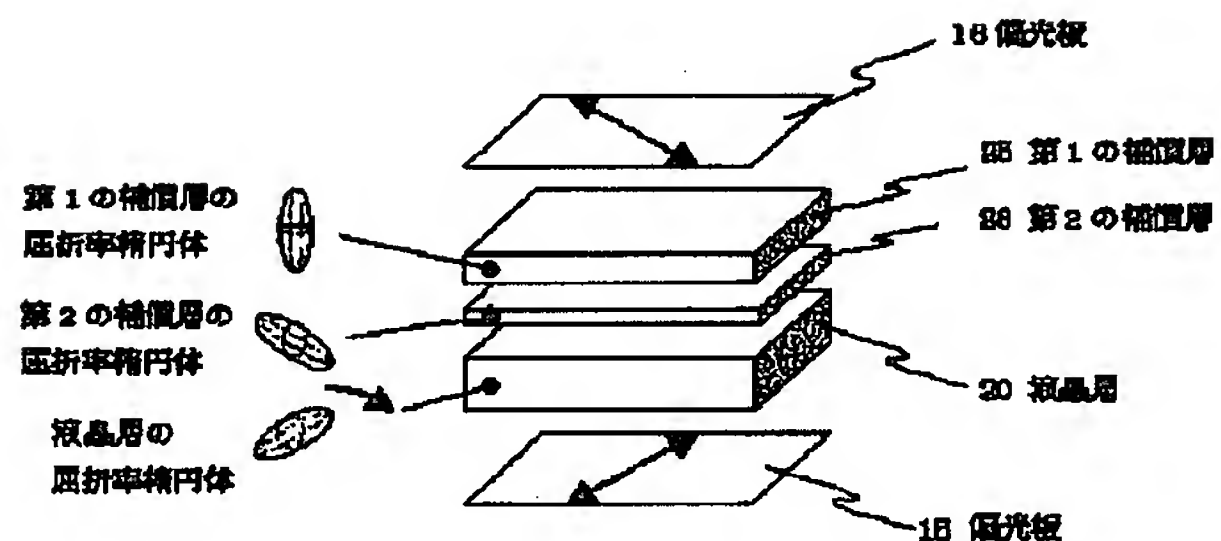
- * 54 薄膜トランジスタ
- 55 ゲートバスライン
- 56 ドレインバスライン
- 70 電極
- 75 共通バスライン

*

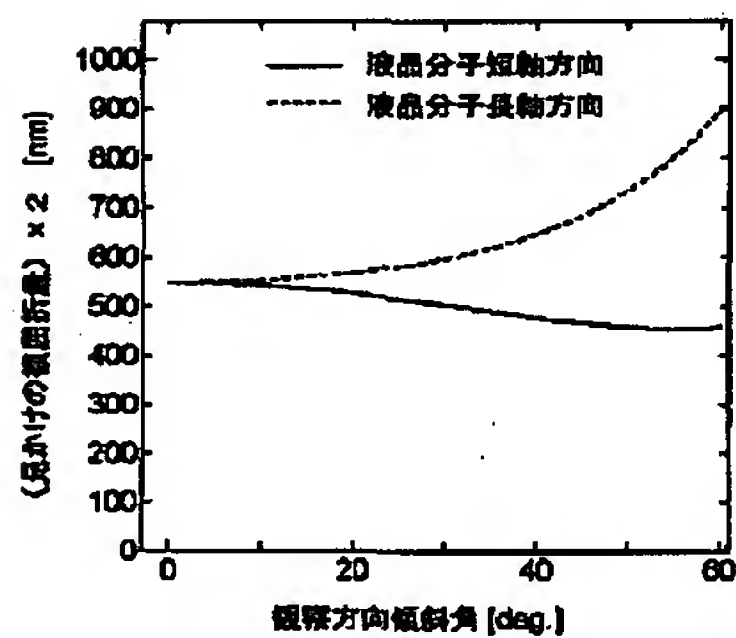
【図1】



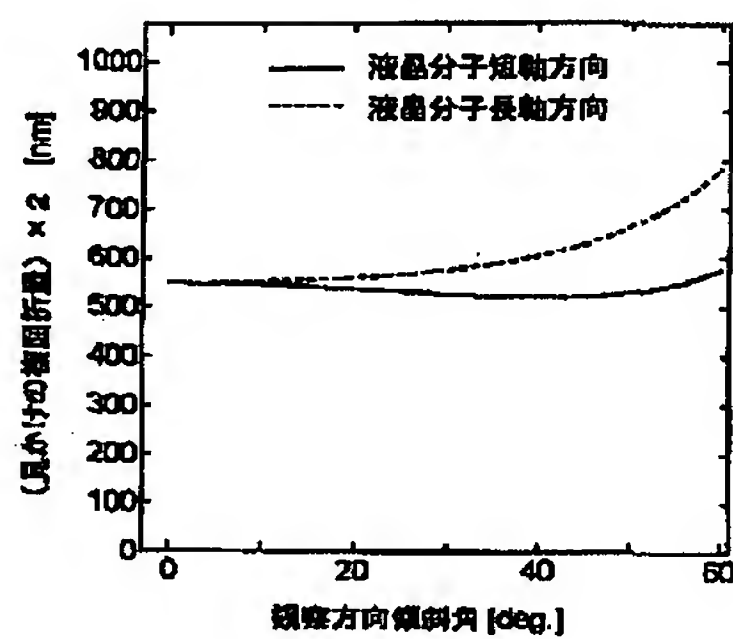
【図2】



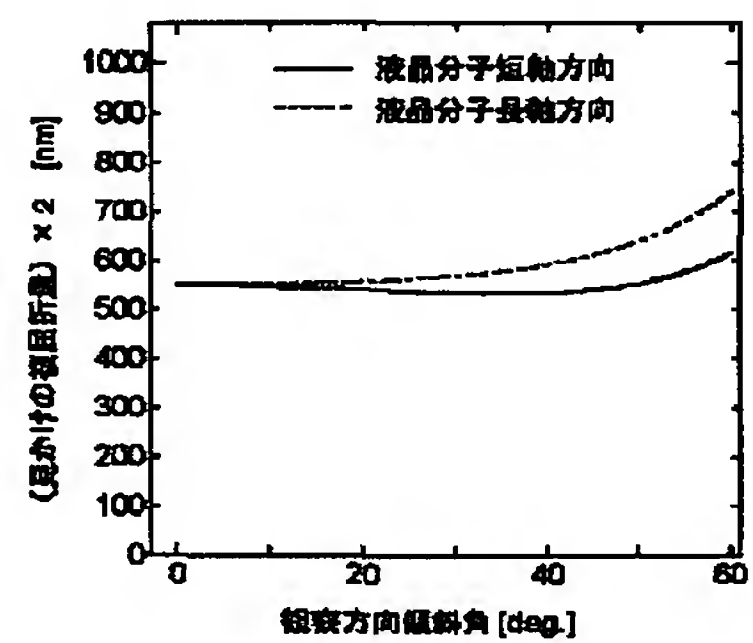
【図3】



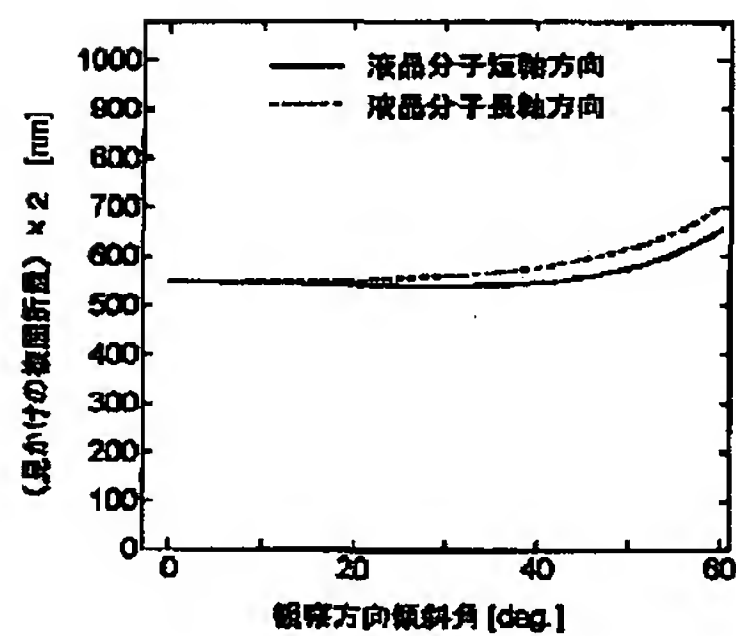
【図4】



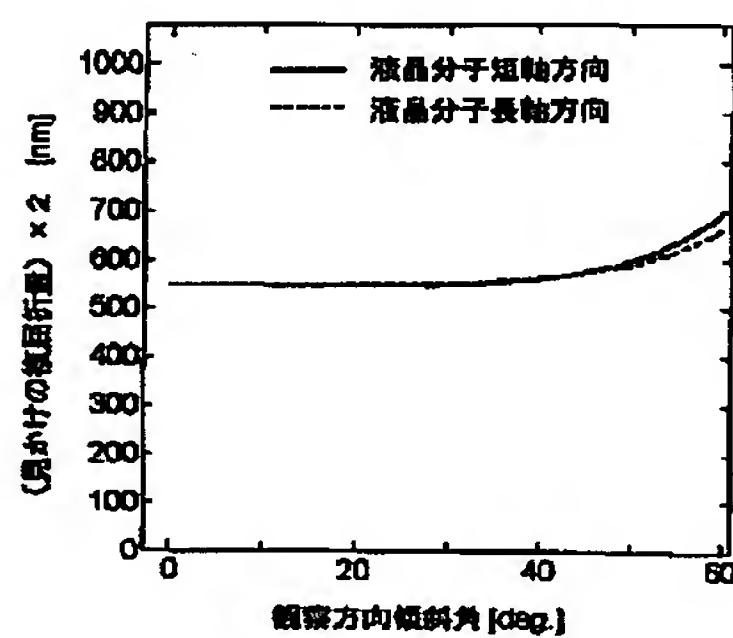
【図5】



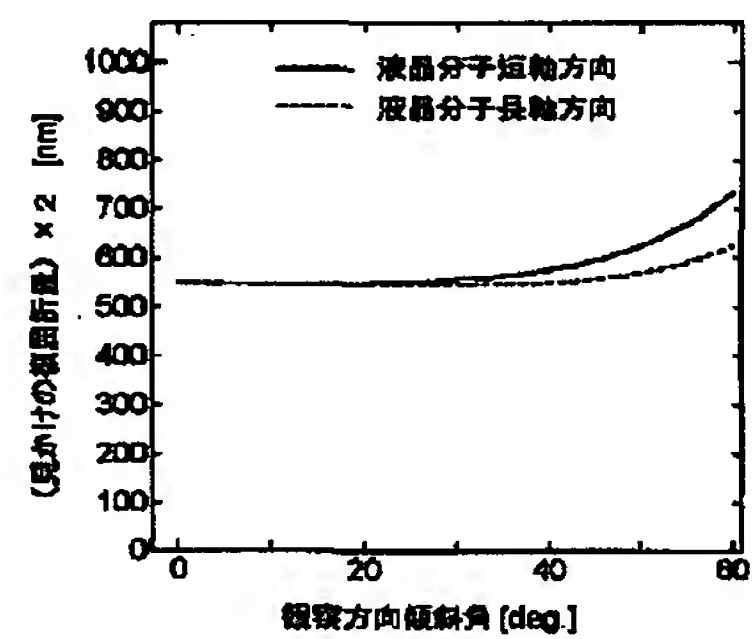
【図6】



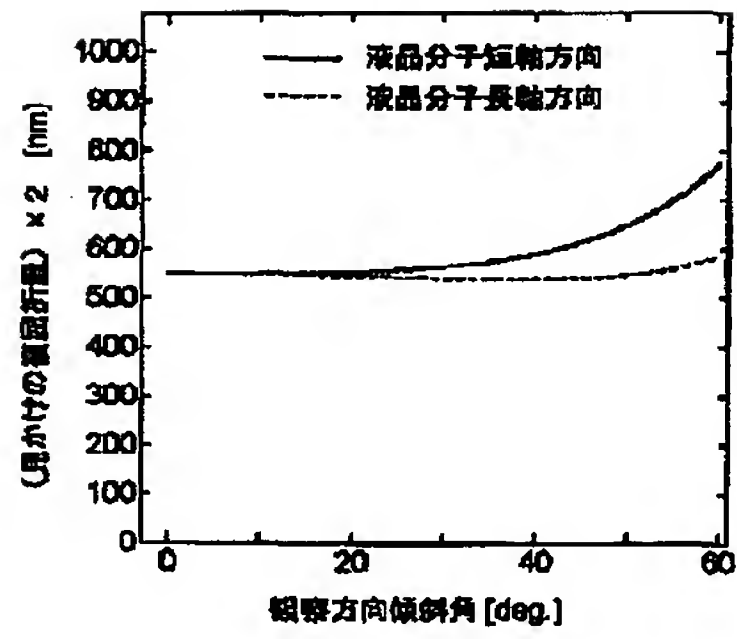
【図7】



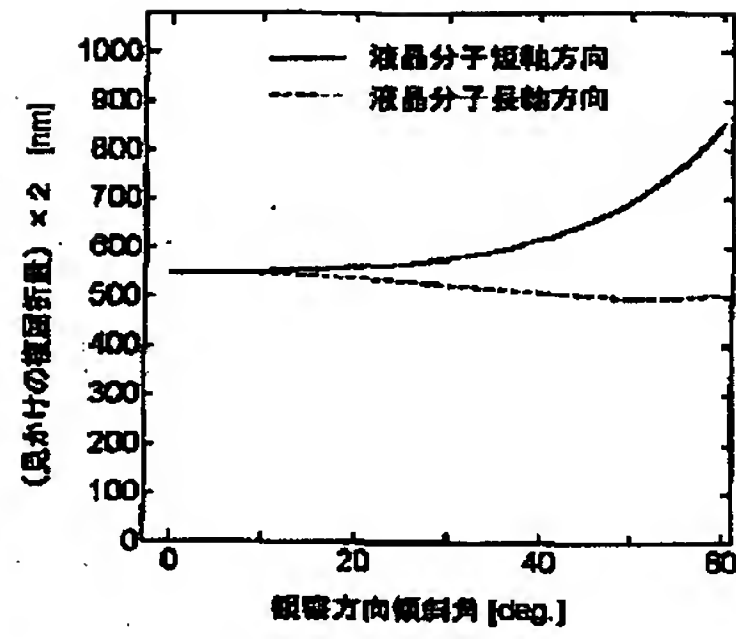
【図8】



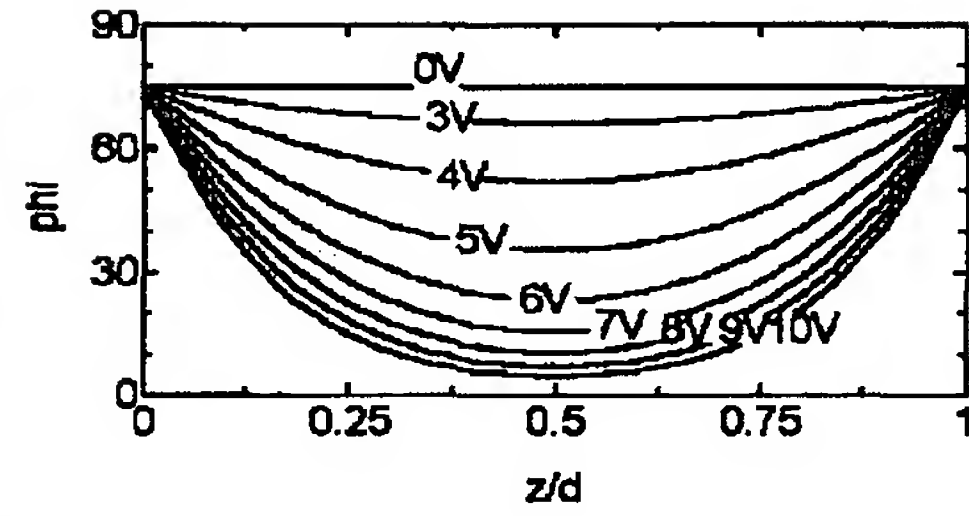
【図9】



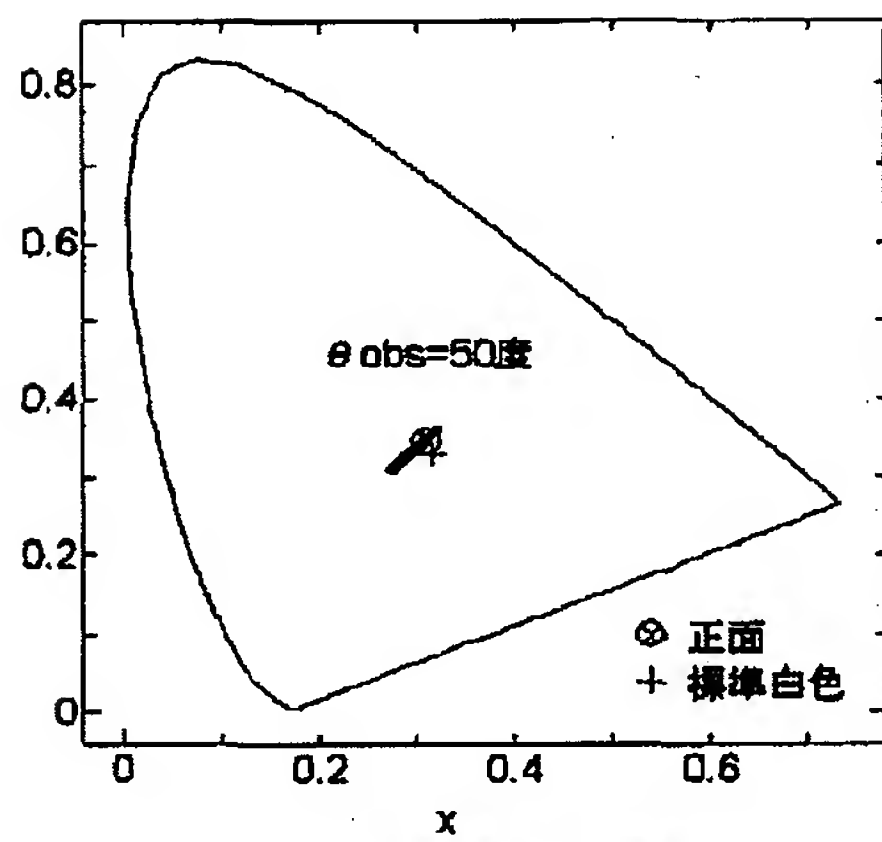
【図10】



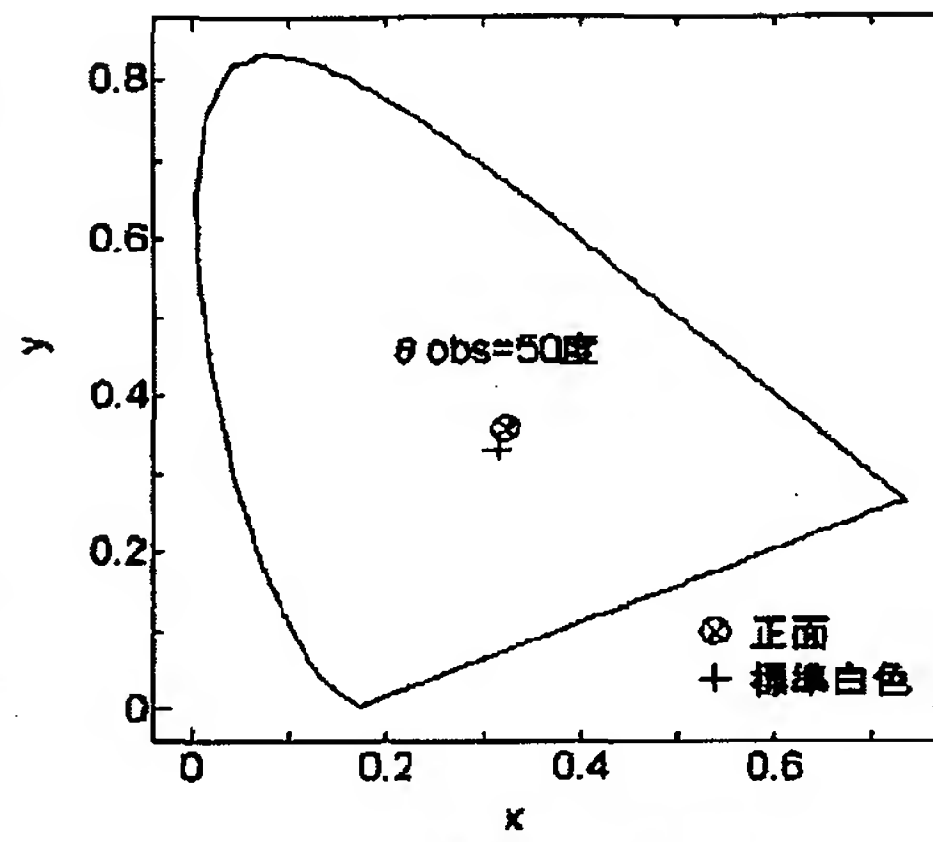
【図11】



【図12】

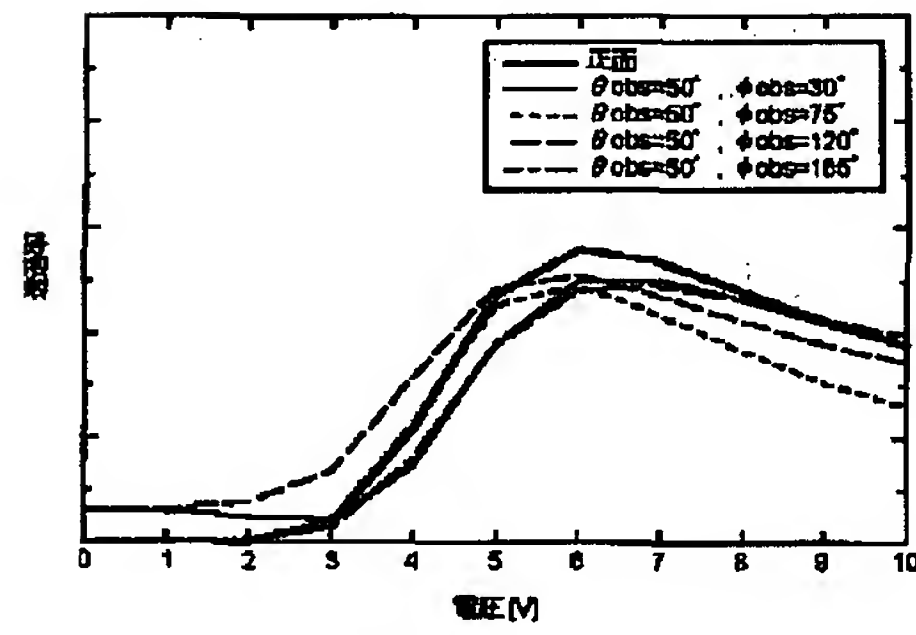


(a) 中間調での色度変化



(b) 明状態での色度変化

【図13】



【図15】

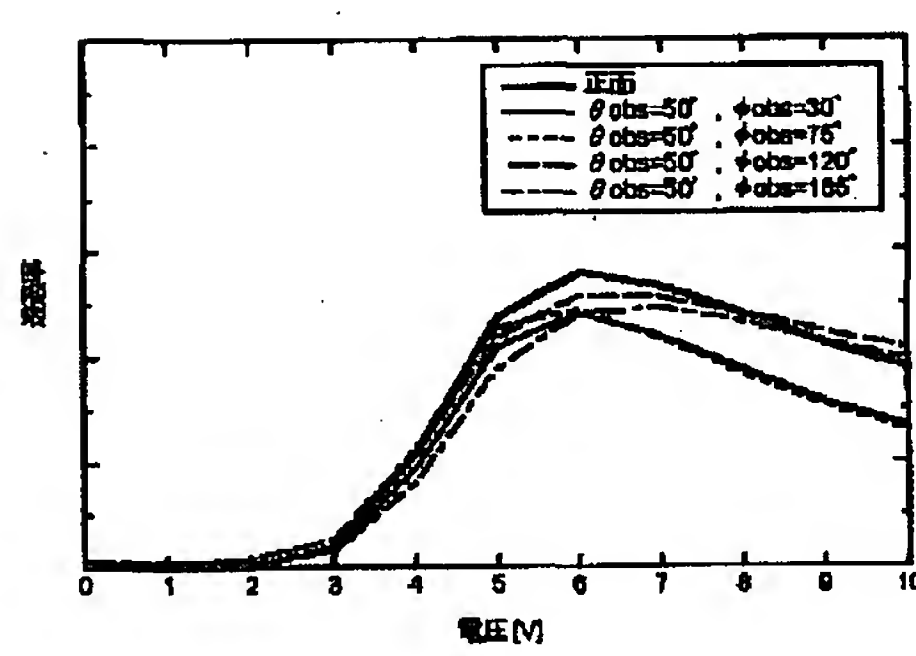


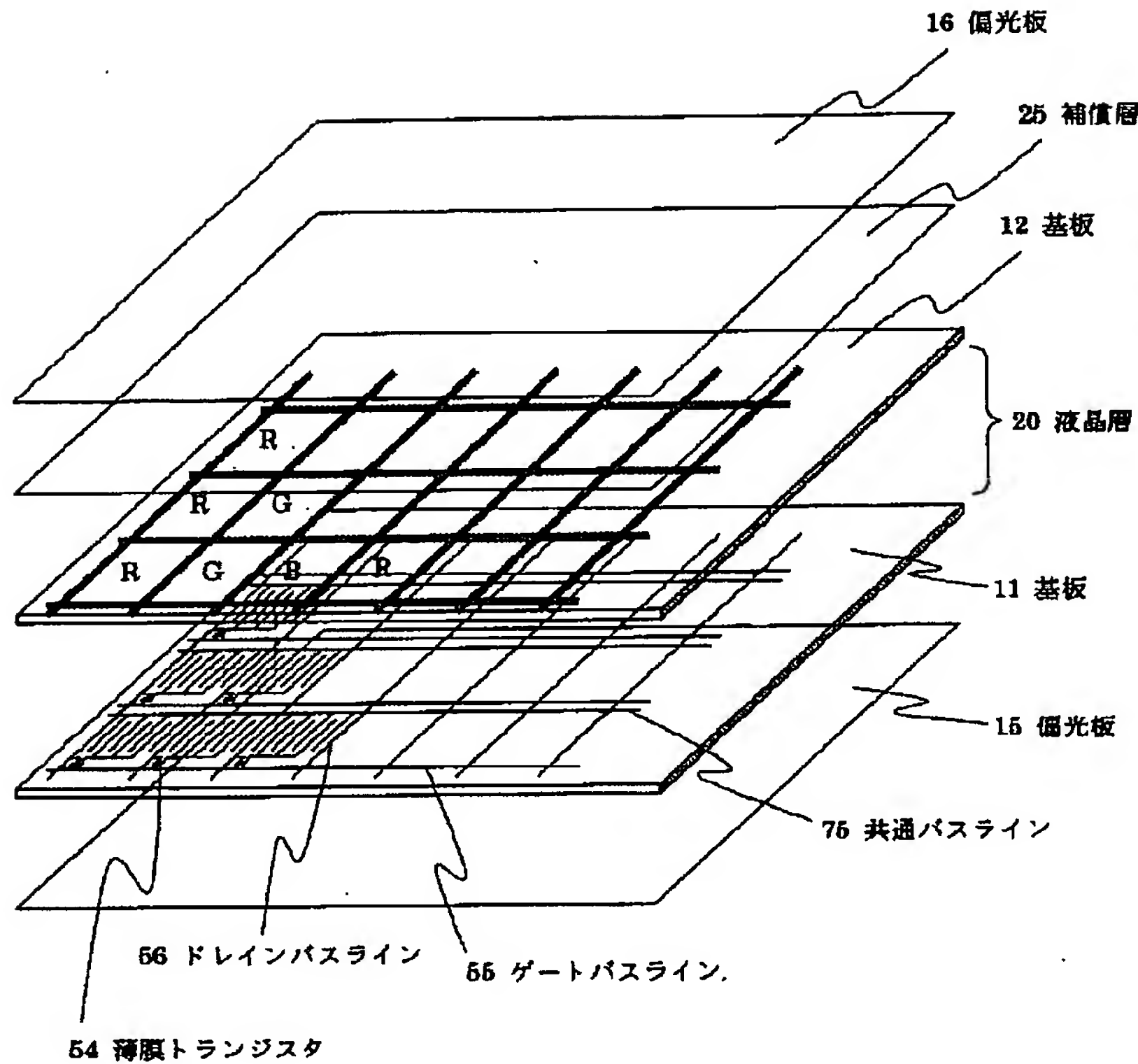
Figure 1 is a graph showing the relationship between x and y for a given $\theta_{\text{obs}} = 50^\circ$. The x-axis ranges from 0 to 0.7, and the y-axis ranges from 0 to 0.8. A closed curve is plotted, with a point marked by a cross (+) labeled "標準白色" (Standard White) and a point marked by a circle with a cross (⊗) labeled "正面" (Front). The text " $\theta_{\text{obs}} = 50^\circ$ " is also present inside the curve.

Figure 1 is a graph showing the relationship between x and y for a standard white color. The x-axis ranges from 0 to 0.6, and the y-axis ranges from 0 to 0.8. A closed curve is plotted, with a point marked by a circle with a cross inside, labeled "標準白色" (Standard White). The text " $\theta \text{ obs} = 50^\circ$ " is also present within the curve.

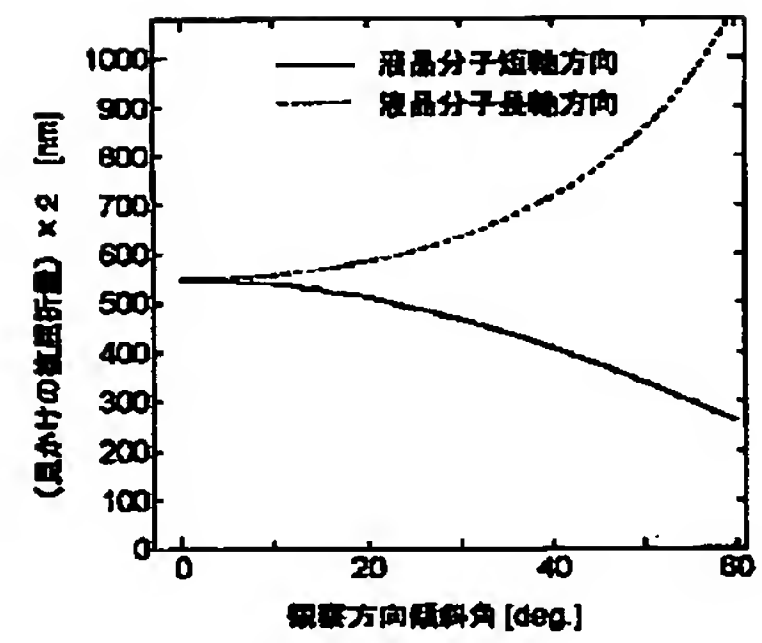
Figure 1 is a line graph showing the relationship between pressure (MPa) on the x-axis and the rate of change of volume (cm³/min) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 10 MPa, and the y-axis ranges from 0 to 10 cm³/min. There are eight curves representing different observation angles (θ_{obs}) for two different initial angles ($\theta_0 = 50^\circ$ and $\theta_0 = 60^\circ$). The curves for $\theta_0 = 50^\circ$ are solid lines, and the curves for $\theta_0 = 60^\circ$ are dashed lines. The curves for $\theta_{\text{obs}} = 50^\circ$ are labeled with a diamond symbol, and the curves for $\theta_{\text{obs}} = 60^\circ$ are labeled with a square symbol. The curves show a peak around 6 MPa, with the peak rate of change of volume increasing as the observation angle θ_{obs} increases.

Figure 1 is a perspective view of a liquid crystal display device. It shows a top substrate 12 and a bottom substrate 11. A liquid crystal layer 20 is between them. A gate electrode 70 is on the bottom substrate. A liquid crystal driving electrode E1 is also on the bottom substrate. A liquid crystal molecule 21 is shown with an arrow indicating its initial alignment direction along the E1 electrode. A label ϕLCO indicates the initial alignment direction of the liquid crystal layer.

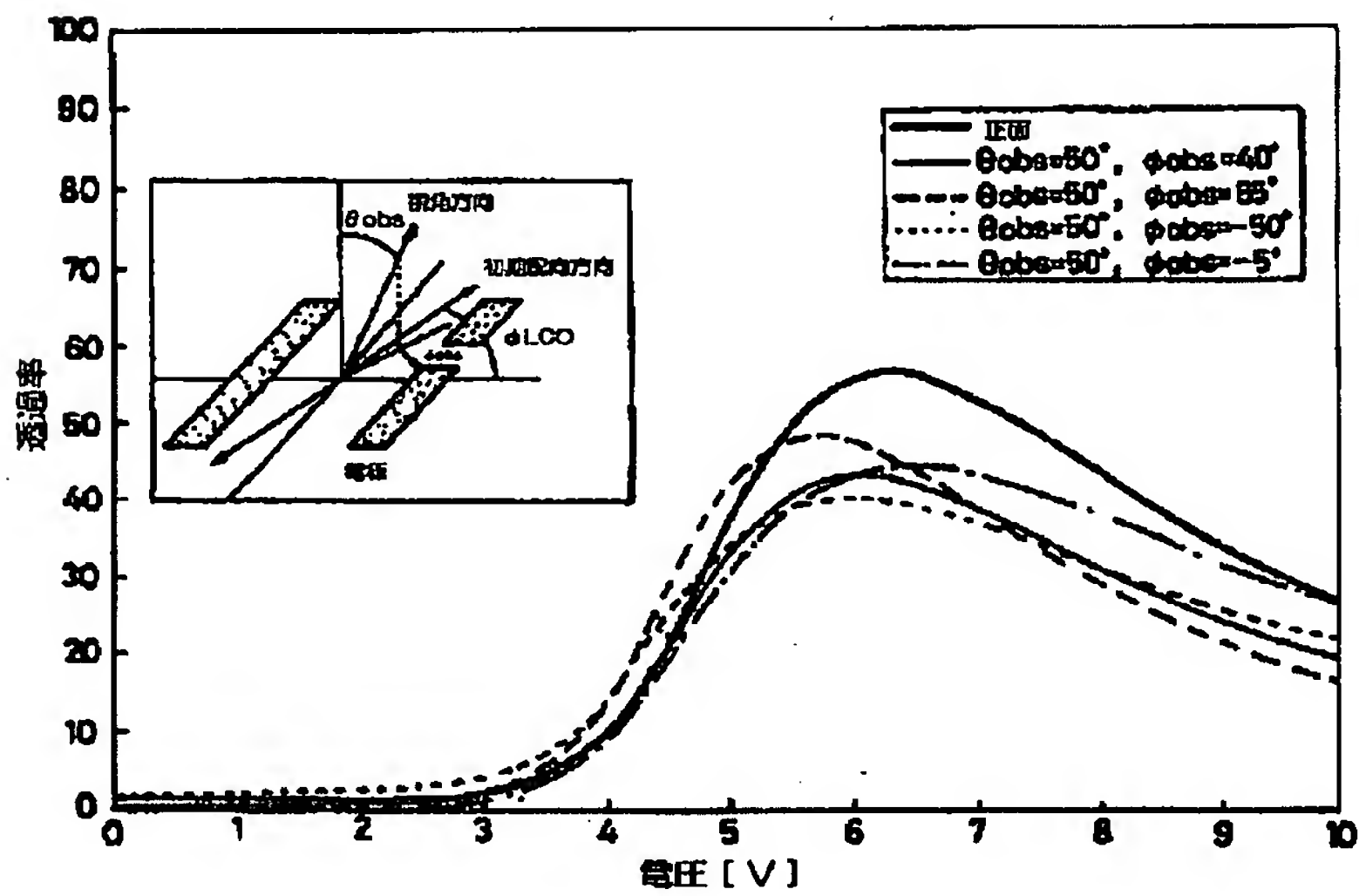
【図18】



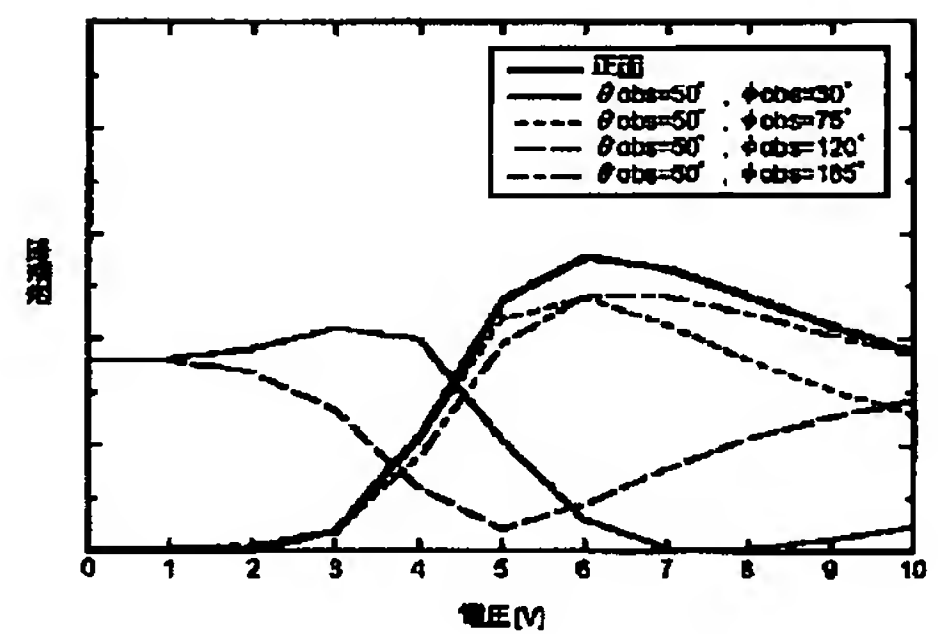
【図24】



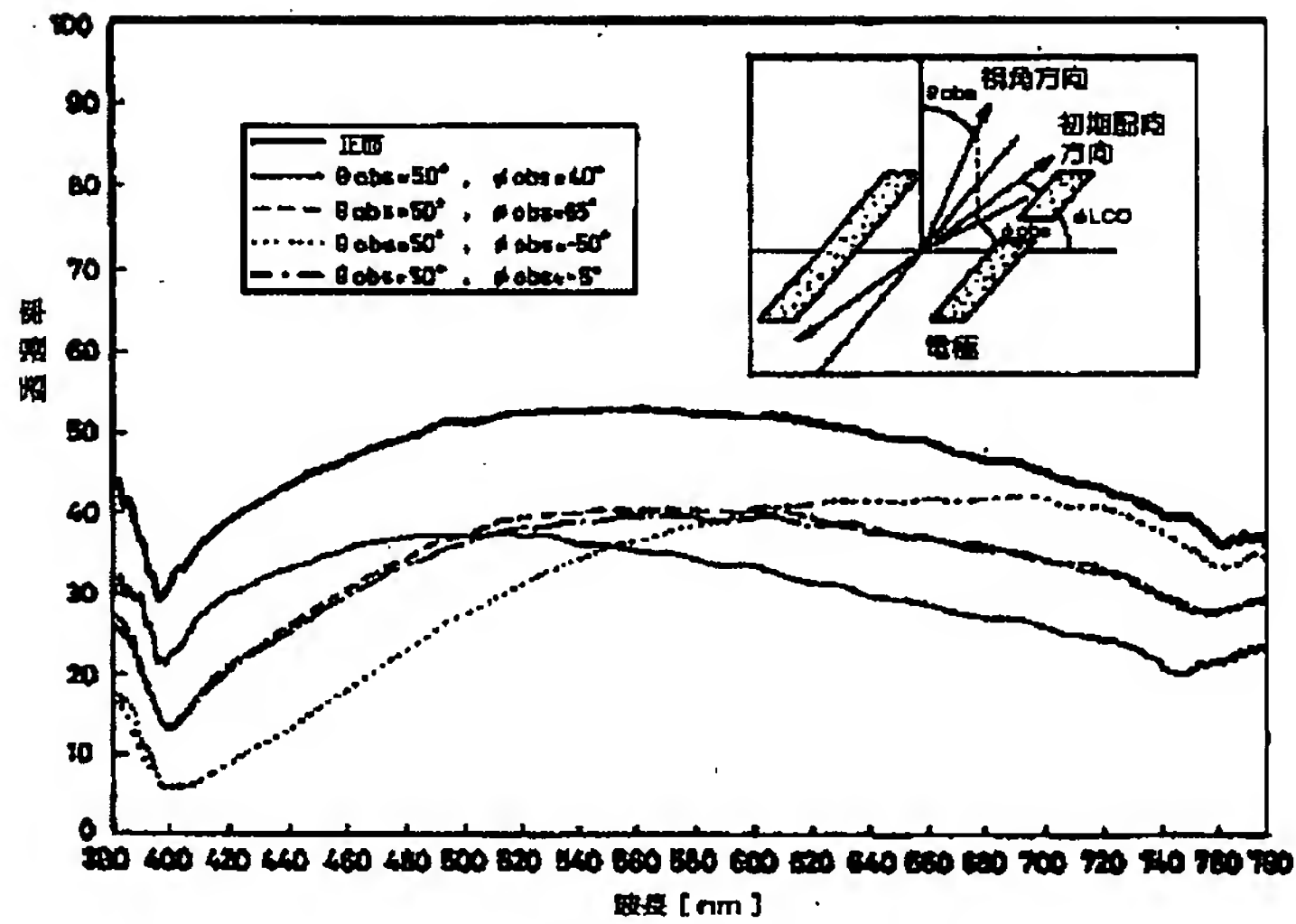
【図20】



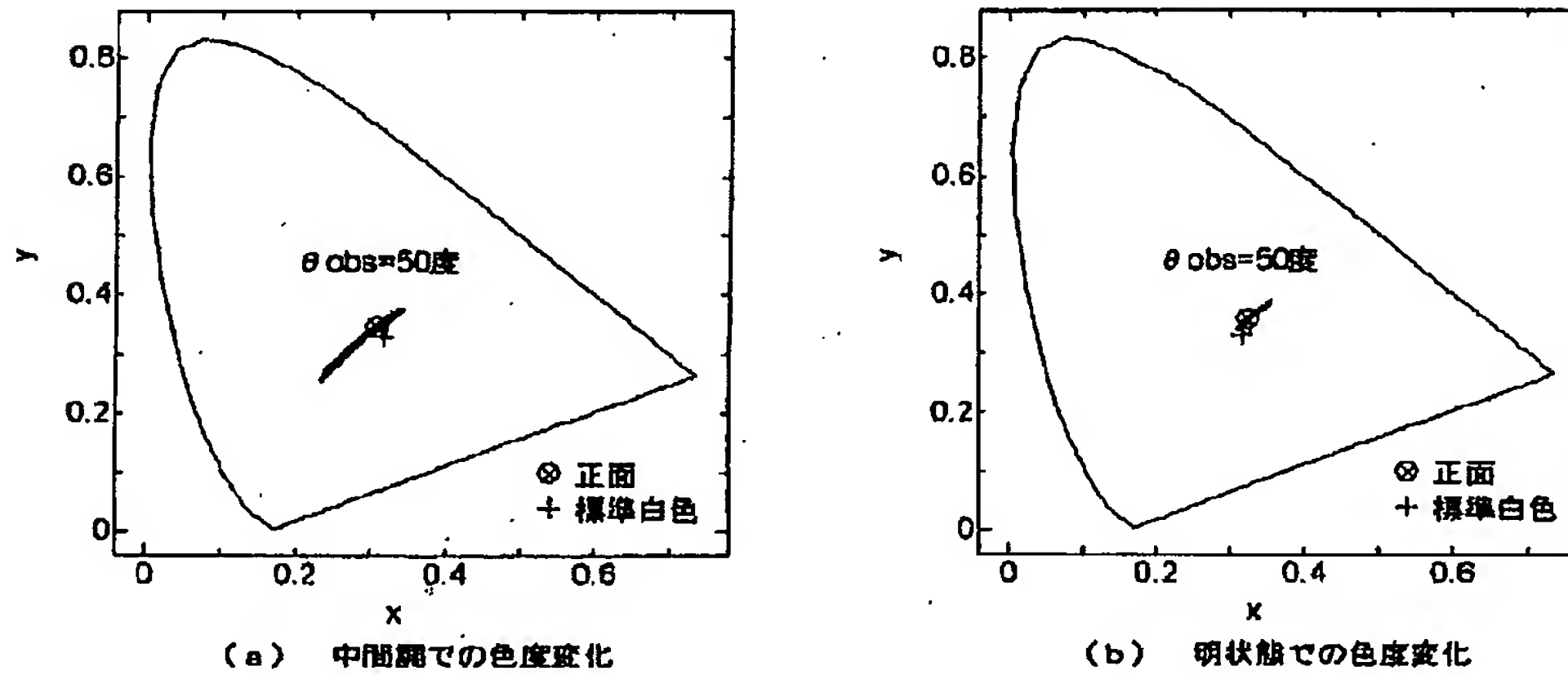
【図26】



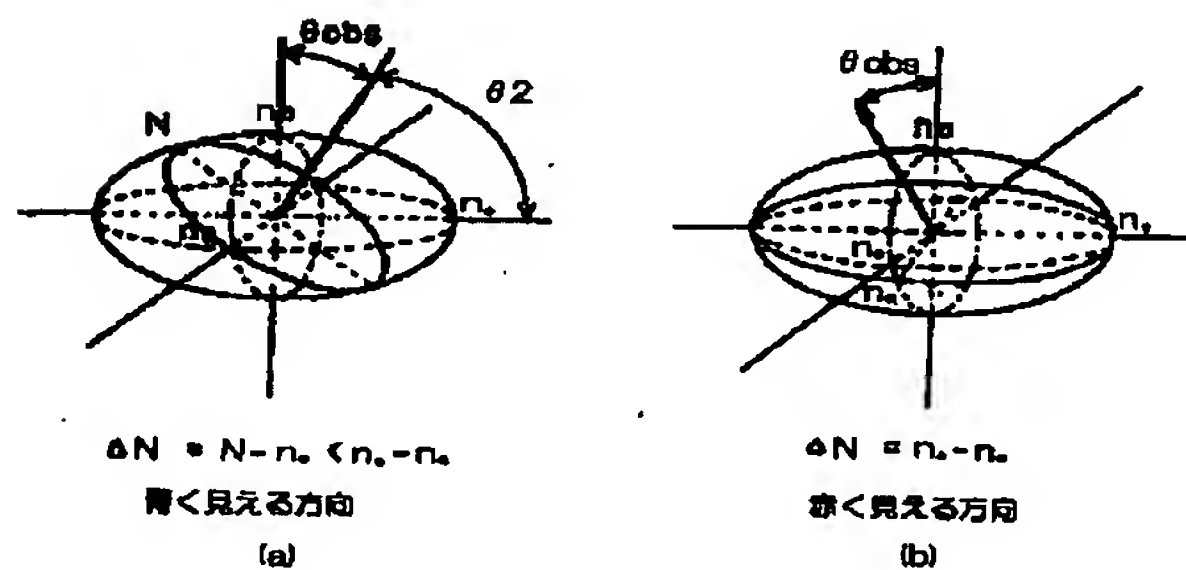
【図21】



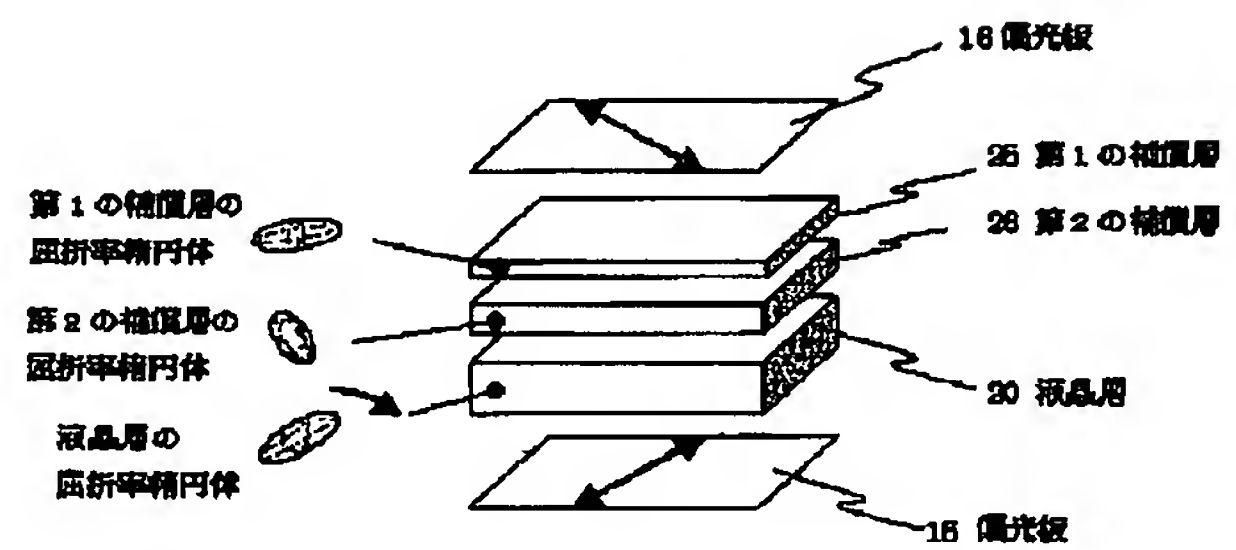
【図22】



【図23】



【図25】



【図27】

